

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-130993

(43)Date of publication of application : 18.05.1999

(51)Int.Cl.

C09D 5/25

H01B 3/30

(21)Application number : 09-294652

(71)Applicant : OPTEC DAI ICHI DENKO CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.1997

(72)Inventor : DOSHITA HIDEO  
OTANI SEIICHIRO

(54) INSULATING PAINT, INSULATED ELECTRIC WIRE AND ELECTRIC INSTRUMENT USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an insulated electric wire showing resistance to corona electric discharge, a long life, flexibility of an insulating coating film, good appearance, good winding and excellent abrasion resistance.

SOLUTION: An insulating electric wire has an insulating layer obtained by coating insulating paint containing a particle of at least one of inorganic compounds selected from a silicon carbide, a silicon nitride, a molybdenum disulfide, an aluminum nitride, an aluminum silicate, a magnesium oxide, a zirconia, zirconia compounds, a nickel oxide, a trimanganese tetraoxide, a boron carbide, a boron nitride, a boron calcium, a titanium carbide, a titanium nitride, a forsterite, a steatite, a mullite, a ferrite and a cordierite and baking thereof.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-130993

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月18日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

C 0 9 D 5/25

C 0 9 D 5/25

H 0 1 B 3/30

H 0 1 B 3/30

M

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-294652

(22) 出願日 平成9年(1997)10月27日

(71) 出願人 000208824

第一電工株式会社

東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル内

(72) 発明者 堂下 日出夫

兵庫県尼崎市猪名寺2丁目19番1号 第一電工株式会社巻線技術開発部内

(72) 発明者 大谷 誠一郎

兵庫県尼崎市猪名寺2丁目19番1号 第一電工株式会社巻線技術開発部内

(74) 代理人 弁理士 藤川 忠司

(54) 【発明の名称】 絶縁塗料及び絶縁電線とこれを用いた電気機器

(57) 【要約】

【課題】 コロナ放電に対する抵抗性が高く長寿命であり、絶縁皮膜の可撓性、外観、巻線性が良好であり、耐磨耗性に優れた絶縁電線を提供する。

【解決手段】 炭化珪素、窒化珪素、二硫化モリブデン、窒化アルミニウム、珪酸アルミニウム、酸化マグネシウム、ジルコニア、ジルコニア化合物、酸化ニッケル、四酸化三マンガ、炭化ホウ素、窒化ホウ素、ホウ素化カルシウム、炭化チタン、窒化チタン、フォルステライト、ステアタイト、ムライト、フェライト、コージェライトより選ばれる少なくとも一種の無機化合物の粒子を含む絶縁塗料を塗布、焼付けしてなる絶縁層を有する絶縁電線。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭化珪素、窒化珪素、二硫化モリブデン、窒化アルミニウム、珪酸アルミニウム、酸化マグネシウム、ジルコニア、ジルコニウム化合物、酸化ニッケル、四酸化三マンガ、炭化ホウ素、窒化ホウ素、ホウ素化カルシウム、炭化チタン、窒化チタン、フォルステライト、ステアタイト、ムライト、フェライト、コーゼライトより選ばれる少なくとも一種の無機化合物の粒子を含む絶縁塗料。

【請求項2】 前記無機化合物粒子の平均粒子径が10 $\mu$ m以下である請求項1記載の絶縁塗料。

【請求項3】 前記無機化合物粒子が塗料中の樹脂成分100重量部に対して5～50重量部の範囲で含有されてなる請求項1又は2に記載の絶縁塗料。

【請求項4】 塗料の樹脂成分が熱硬化性樹脂である請求項1～3のいずれかに記載の絶縁塗料。

【請求項5】 導体上に形成された絶縁皮膜が、請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層を含んでなる絶縁電線。

【請求項6】 導体上に形成された絶縁皮膜が、前記請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層と、前記粒子を含まない絶縁層とからなる複数層に構成されてなる請求項5記載の絶縁電線。

【請求項7】 導体上に形成された絶縁皮膜が3層以上の絶縁層からなり、請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層が中間層を構成する請求項6記載の絶縁電線。

【請求項8】 請求項5～7のいずれかに記載の絶縁電線を用いてなる電気機器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コロナ放電に起因した絶縁破壊に対する耐性に優れた絶縁層を形成するための絶縁塗料と、この絶縁塗料を用いた絶縁電線、及び該絶縁電線を用いた電気機器に関する。

## 【0002】

【従来技術とその課題】近年、各種の電気機器として適用電圧が高いタイプのものが増える傾向にあり、これに伴って発生するコロナ放電によって絶縁皮膜が侵される（コロナ破壊）ため、早期に絶縁破壊を生じて絶縁電線ひいては電気機器の寿命が短くなるという問題があった。

【0003】そこで、従来においては、絶縁物のコロナ放電に対する抵抗性、すなわち耐コロナ性を高めて絶縁破壊に至るまでの寿命時間を延ばす手段として、絶縁皮膜の表面に半導電層を設けたり（特開平2-189814号公報）、絶縁皮膜中にアルミナ、シリカ、酸化クロム等の粒子を含有させる（特開昭57-2361号公報、特開平2-106812号公報等）ことが提案されている。

【0004】しかしながら、上記前者の半導電層を設ける手段では、同じ皮膜厚さで半導電層のない絶縁電線に比較した場合、耐コロナ性は向上しても、絶縁層の厚みは小さくなるために絶縁破壊電圧が低下するという難点があった。また、後者の絶縁皮膜中にアルミナ、シリカ、酸化クロム等の粒子を含有させる手段では、絶縁皮膜の可撓性が低下すると共に、皮膜表面のざらつきによる外観の悪化や巻線性の低下をきたすという問題があった。

【0005】本発明は、上述の状況に鑑み、耐コロナ性が高く長寿命であり、且つ絶縁皮膜の可撓性、外観、巻線性が良好であり、また耐摩耗性に優れた絶縁電線と、この絶縁電線の絶縁層形成に使用する絶縁塗料、ならびに該絶縁電線を用いた長寿命な電気機器を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明に係る絶縁塗料は、炭化珪素、窒化珪素、二硫化モリブデン、窒化アルミニウム、珪酸アルミニウム、酸化マグネシウム、ジルコニア、ジルコニウム化合物、酸化ニッケル、四酸化三マンガ、炭化ホウ素、窒化ホウ素、ホウ素化カルシウム、炭化チタン、窒化チタン、フォルステライト、ステアタイト、ムライト、フェライト、コーゼライトより選ばれる少なくとも一種の無機化合物の粒子を含む構成としている。

【0007】また、上記請求項1の絶縁塗料において、請求項2の発明では前記無機化合物粒子の平均粒子径が10 $\mu$ m以下である構成を、請求項3の発明では前記無機化合物粒子が塗料中の樹脂成分100重量部に対して5～50重量部の範囲で含有されてなる構成を、請求項4の発明では塗料の樹脂成分が熱硬化性樹脂である構成を、それぞれ採用している。

【0008】一方、本発明の請求項5に係る絶縁電線は、導体上に形成された絶縁皮膜が、請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層を含んでなる構成としている。

【0009】しかして、請求項6の発明は、上記請求項5の絶縁電線において、導体上に形成された絶縁皮膜が、前記請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層と、前記粒子を含まない絶縁層とからなる複数層に構成されたものとしている。また、請求項7の発明は、上記請求項5の絶縁電線において、導体上に形成された絶縁皮膜が3層以上の絶縁層からなり、前記請求項1～4のいずれかに記載の絶縁塗料を塗布焼付けしてなる絶縁層が中間層を構成するものとしている。

【0010】更に、請求項8の発明に係る電気機器は、前記請求項5～7のいずれかに記載の絶縁電線を用いてなるものとしている。

## 【0011】

【発明の実施の形態】本発明の絶縁塗料は、前記のように、炭化珪素、窒化珪素、二硫化モリブデン、窒化アルミニウム、珪酸アルミニウム、酸化マグネシウム、ジルコニア、ジルコニウム化合物、酸化ニッケル、四酸化三マンガ、炭化ホウ素、窒化ホウ素、ホウ素化カルシウム、炭化チタン、窒化チタン、フォルステライト、ステアタイト、ムライト、フェライト、コーゼライトより選ばれる少なくとも一種の無機化合物の粒子を含むものである。

【0012】しかして、この絶縁塗料を塗布焼付けして得られる前記無機化合物粒子を含む絶縁層（以下、粒子含有絶縁層という）にて絶縁皮膜の全体又は一部を構成した本発明の絶縁電線は、この粒子含有絶縁層の存在により、コロナ放電による侵食劣化に対する強い抵抗性を示すことから、非常に長寿命であり、且つ粒子含有絶縁層の機械的強度が大きいため優れた耐摩耗性を発揮する。なお、上述のような耐コロナ性は、コロナ放電が発生した際に、その電気力線が粒子含有絶縁層の広域に分散することから、該コロナ放電による侵食が絶縁皮膜の局部に集中せずに緩和され、もって絶縁皮膜全体としてコロナ放電に起因した絶縁破壊に至るまでの寿命が大幅に延びるものと推定される。

【0013】上記の絶縁塗料に含まれる無機化合物粒子の大きさは、平均粒子径が $10\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、大き過ぎては粒子含有絶縁層を有する絶縁電線の絶縁皮膜の外観及び可撓性が低下する。また、これら無機化合物粒子の配合量は、絶縁塗料中の樹脂成分100重量部に対して5～50重量部の範囲が好適であり、多過ぎては粒子含有絶縁層を有する絶縁電線の絶縁皮膜の外観及び可撓性が低下し、逆に少な過ぎては同絶縁電線の耐コロナ性が不充分となる。

【0014】絶縁塗料の樹脂成分としては、得られる絶縁層の耐熱性の面より、ポリウレタン、ポリエステル、ポリエステルイミド、ポリアミドイミド、ポリイミド、ポリアミド等の熱硬化性樹脂が好適であり、これらの中から目的とする絶縁電線の種類による耐熱性等の必要性に応じて適宜選択すればよい。

【0015】このような絶縁塗料を調製するには、上記樹脂成分の溶液中に既述の無機化合物粒子を添加し、ボールミルやロールミル等の剪断力が加わる混合機を用いて均一に分散混合させればよい。しかして、絶縁塗料中には、無機化合物粒子と共に、必要に応じて着色剤その他の添加剤を適宜配合してもよい。なお、上記の上記樹脂成分の溶液としては市販の絶縁ワニスを使用できる。

【0016】本発明の絶縁電線は、導体上に形成された絶縁皮膜の全体又は一部が前記の絶縁塗料を塗布・焼付けしてなる粒子含有絶縁層にて構成されるものである。しかして、この絶縁皮膜は、粒子含有絶縁層のみからなる単層構造でもよいが、内外層の一方を構成する粒子含有絶縁層と他方を構成する前記の粒子を含まない絶縁層

との2層構造、ならびに内外層又は中間層のいずれかに粒子含有絶縁層を用いた3層以上の多層構造とすることが推奨される。すなわち、これら2層あるいは3層以上の多層構造とすれば、粒子含有絶縁層にて良好な耐コロナ性を付与すると同時に、他の絶縁層によって絶縁電線の用途に応じた様々な特性を付与できる。

【0017】しかして、上記の2層あるいは3層以上の多層構造の絶縁皮膜においては、外層（多層では最外層）を粒子含有絶縁層としてもよいが、2層構成での導体に接する内層を粒子含有絶縁層とした構成、ならびに3層以上の多層構成の場合の中間層又は内層を粒子含有絶縁層とすれば、絶縁皮膜の可撓性及び外観をより向上でき、また外層（多層では最外層）を自己潤滑層、自己融着層等として特定用途に適合する絶縁電線を構成できるという利点がある。特に、3層以上の多層構成の場合、中間層を粒子含有絶縁層とすれば、耐コロナ性の面でも効果的である。なお、粒子含有絶縁層の厚みは、特に限定されないが、2層あるいは3層以上の多層構造の絶縁皮膜とする場合、充分な耐コロナ性を確保する上で、絶縁皮膜全体の厚みの10%以上とするのがよい。

【0018】本発明に係る電気機器は、上記の本発明に係る絶縁電線を用いたものであり、該絶縁電線が耐コロナ性に優れることから、高電圧下で使用されても非常に良好な耐久性を発揮して長寿命であるという特徴がある。しかして、このような電気機器としては、高圧モーターや高圧トランス等の高電圧下で使用されるものが代表的であるが、特に限定されない。

#### 【0019】

【実施例】以下に、本発明に係る絶縁電線の実施例について、具体的に説明する。なお、各実施例では、ポリエステルイミド塗料として日本触媒社製の商品名ISOMID 40SM（樹脂分45%）を、同じくポリアミドイミド塗料として日立化成社製の商品名HI-405（樹脂分34%）を、それぞれ使用した。また、以下において部、%とあるのは、それぞれ重量部、重量%を意味する。

#### 【0020】実施例1～23

1.  $0\text{mm}$ 径の軟銅線の表面に、ポリエステルイミド塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $25\mu\text{m}$ の絶縁内層を形成したのち、この絶縁内層上に、ポリエステルイミド塗料に後記表1記載の無機化合物の粒子（いずれも平均粒子径約 $1\mu\text{m}$ ）を当該塗料の樹脂成分100部に対して同表記載の部数で配合してなる絶縁塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $5\mu\text{m}$ の絶縁中間層を形成し、更にこの絶縁中間層上に、ポリアミドイミド塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $5\mu\text{m}$ の絶縁外層を形成し、3層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

#### 【0021】実施例24～46

1.  $0\text{mm}$ 径の軟銅線の表面に、ポリエステルイミド塗料に後記表2記載の無機化合物の粒子（いずれも平均粒

子径約 $1\mu\text{m}$ )を当該塗料の樹脂成分100部に対して同表記載の部数で配合してなる絶縁塗料を複数回塗布・焼付けして厚さ約 $25\mu\text{m}$ の絶縁内層を形成したのち、この絶縁内層上に、ポリアミドイミド塗料を複数回塗布・焼付けして厚さ約 $10\mu\text{m}$ の絶縁外層を形成し、2層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

【0022】実施例47～69

1.  $0\text{mm}$ 径の軟銅線の表面に、ポリエステルイミド塗料を複数回塗布・焼付けして厚さ約 $30\mu\text{m}$ の絶縁内層を形成したのち、この絶縁内層上に、ポリアミドイミド塗料に後記表3記載の無機化合物の粒子(いずれも平均粒子径約 $1\mu\text{m}$ )を当該塗料の樹脂成分100部に対して同表記載の部数で配合してなる絶縁塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $5\mu\text{m}$ の絶縁外層を形成し、2層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

【0023】実施例70～72

絶縁中間層形成用として、ポリエステルイミド塗料に炭化珪素粒子として、実施例70では平均粒子径約 $1\mu\text{m}$ のもの、実施例71では平均粒子径約 $5\mu\text{m}$ のもの、実施例72では平均粒子径約 $15\mu\text{m}$ のものを、それぞれ該塗料の樹脂成分100部に対して30部配合してなる絶縁塗料を使用した以外は、実施例1～4と同様にして3層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

【0024】実施例73～75

1.  $0\text{mm}$ 径の軟銅線の表面に、ポリエステルイミド塗料に珪酸アルミニウム粒子として、実施例73では平均粒子径約 $1\mu\text{m}$ のもの、実施例74では平均粒子径約 $5\mu\text{m}$ のもの、実施例75では平均粒子径約 $12\mu\text{m}$ のものを、それぞれ該塗料の樹脂成分100部に対して20

部配合してなる絶縁塗料を絶縁塗料を複数回塗布・焼付けして厚さ約 $25\mu\text{m}$ の絶縁内層を形成し、この絶縁内層上に、ポリエステルイミド塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $5\mu\text{m}$ の絶縁中間層を形成し、更にこの絶縁中間層上に、ポリアミドイミド塗料を塗布・焼付けして厚さ約 $5\mu\text{m}$ の絶縁外層を形成し、3層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

【0025】実施例76～78

絶縁外層形成用として、ポリアミドイミド塗料に珪酸ジルコニウム粒子として、実施例76では平均粒子径約 $1\mu\text{m}$ のもの、実施例77では平均粒子径約 $5\mu\text{m}$ のもの、実施例78では平均粒子径約 $15\mu\text{m}$ のものを、それぞれ該塗料の樹脂成分100部に対して30部配合してなる絶縁塗料を使用した以外は、実施例52と同様にして2層構造の絶縁皮膜を有する絶縁電線を製造した。

【0026】以上の実施例にて製造した各絶縁電線について、耐パルス寿命、絶縁破壊電圧、絶縁皮膜の可撓性、外観の各項目について調べた。その結果を、実施例1～23については表1、実施例24～46については表2、実施例47～69については表3、実施例70～78については表4、にそれぞれ示す。なお、耐パルス寿命は、JIS C 3003に規定される2個撚り試料に、電圧 $2000\text{V}$ 、周波数 $24000\text{Hz}$ を印加し、コロナ破壊に至るまでの時間を測定した。また、絶縁破壊電圧、絶縁皮膜の可撓性、外観は、いずれもJIS C 3003に規定される試験・評価方法に準じた。

【0027】

【表1】

実施例 No.	絶縁中間層用絶縁塗料に 配合する粒子と配合部数	耐パルス寿命 (分)	絶縁破壊電圧 (KV)	可撓性	外観
1	炭化珪素 5	101	12.7	1倍径良	良
2	" 20	144	12.6	1倍径良	良
3	" 40	148	13.0	1倍径良	良
4	" 60	136	10.8	1倍径良	良
5	二硫化モリブデン 30	135	10.9	1倍径良	良
6	窒化アルミニウム 30	121	10.3	1倍径良	良
7	酸化マグネシウム 30	106	13.0	1倍径良	良
8	ジルコニア 30	157	11.3	1倍径良	良
9	珪酸ジルコニウム 30	114	10.0	1倍径良	良
10	酸化ニッケル 30	125	12.2	1倍径良	良
11	四酸化三マンガ 30	103	12.6	1倍径良	良
12	炭化硼素 30	155	10.3	1倍径良	良
13	硼素化カルシウム 30	119	11.5	1倍径良	良
14	窒化チタン 30	163	10.7	1倍径良	良
15	炭化チタン 30	113	10.4	1倍径良	良
16	フォルステライト 30	147	10.4	1倍径良	良
17	ステアタイト 30	150	10.3	1倍径良	良
18	窒化珪素 30	127	10.6	1倍径良	良
19	窒化硼素 30	122	11.3	1倍径良	良
20	珪酸アルミニウム 30	134	11.2	1倍径良	良
21	ムライト 30	142	11.7	1倍径良	良
22	フェライト 30	122	10.1	1倍径良	良
23	コーゼライト 30	114	11.0	1倍径良	良
比較例1	無配合 —	55	12.1	1倍径良	良

【0028】

【表2】

実施例 №	絶縁下層用絶縁塗料に配 合する粒子と配合部数	耐パルス寿命 (分)	絶縁破壊電圧 (KV)	可換性	外観
24	炭化珪素 30	107	10.9	1倍径良	良
25	二硫化モリブデン 30	91	11.8	1倍径良	良
26	窒化アルミニウム 30	103	11.5	1倍径良	良
27	酸化マグネシウム 30	112	12.4	1倍径良	良
28	ジルコニア 30	119	11.8	1倍径良	良
29	珪酸ジルコニウム 5	70	10.3	1倍径良	良
30	" 20	101	12.3	1倍径良	良
31	" 40	108	11.7	1倍径良	良
32	" 60	111	12.5	1倍径良	良
33	酸化ニッケル 30	107	10.6	1倍径良	良
34	四酸化三マンガ 30	98	11.7	1倍径良	良
35	炭化硼素 30	109	12.7	1倍径良	良
36	硼素化カルシウム 30	111	11.4	1倍径良	良
37	窒化チタン 30	92	12.3	1倍径良	良
38	炭化チタン 30	103	13.0	1倍径良	良
39	フォスフェライト 30	110	12.5	1倍径良	良
40	ステアタイト 30	94	10.6	1倍径良	良
41	窒化珪素 30	99	12.7	1倍径良	良
42	窒化硼素 30	96	12.3	1倍径良	良
43	珪酸アルミニウム 30	109	11.7	1倍径良	良
44	ムライト 30	90	10.1	1倍径良	良
45	フェライト 30	120	12.7	1倍径良	良
46	コージェライト 30	116	12.5	1倍径良	良
比較例2	無配合 —	50	11.3	1倍径良	良

【0029】

【表3】

実施例 No.	絶縁上層用絶縁塗料に配 合する粒子と配合部数	耐パルス寿命 (分)	絶縁破壊電圧 (KV)	可撓性	外観
47	炭化珪素 30	101	11.9	3倍径良	良
48	二硫化モリブデン 30	114	11.0	3倍径良	良
49	窒化アルミニウム 30	113	12.4	3倍径良	良
50	酸化マグネシウム 30	119	12.5	3倍径良	良
51	ジルコニア 30	102	10.9	3倍径良	良
52	珪酸ジルコニウム 30	115	11.2	3倍径良	良
53	酸化ニッケル 30	102	10.1	3倍径良	良
54	四酸化三マンガ 5	102	11.2	3倍径良	良
55	" 20	109	11.4	3倍径良	良
56	" 40	105	11.5	3倍径良	良
57	" 60	106	11.9	3倍径良	良
58	炭化硼素 30	115	11.6	3倍径良	良
59	硼素化カルシウム 30	117	11.3	3倍径良	良
60	窒化チタン 30	107	10.7	3倍径良	良
61	炭化チタン 30	102	12.2	3倍径良	良
62	フォルステライト 30	118	12.5	3倍径良	良
63	ステアタイト 30	100	11.4	3倍径良	良
64	窒化珪素 30	112	11.5	3倍径良	良
65	窒化硼素 30	118	10.6	3倍径良	良
66	珪酸アルミニウム 30	110	11.5	3倍径良	良
67	ムライト 30	105	10.4	3倍径良	良
68	フェライト 30	109	12.1	3倍径良	良
69	コージェライト 30	102	11.4	3倍径良	良

【0030】

【表4】

実施例 No.	耐パルス寿命 (分)	絶縁破壊電圧 (KV)	可撓性	外 観
70	112	11.2	1倍径良	良
71	100	12.6	1倍径良	良
72	113	12.4	4倍径良	不 良
73	109	10.3	1倍径良	良
74	108	12.5	1倍径良	良
75	109	12.8	4倍径良	不 良
76	115	11.2	1倍径良	良
77	132	12.3	1倍径良	良
78	108	11.5	5倍径良	不 良

【0031】表1～表3の結果から、本発明に係る絶縁電線は、耐コロナ性に優れて長寿命であり、絶縁破壊電圧、絶縁皮膜の可撓性、外観においても優れることが判る。とりわけ粒子含有絶縁層が3層構造の中間層を構成する場合は、該粒子含有絶縁層が外層及び導体と接する

内層を構成する場合よりも総じて耐コロナ性に優れ、また該粒子含有絶縁層が外層を構成する場合よりも可撓性に優れることが明らかである。一方、表4の結果から、粒子含有絶縁層中の粒子が大き過ぎるとは可撓性及び外観に劣ることになり、好ましくは平均粒子径10 $\mu$ m以下のものを使用すべきであることが判る。

【0032】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、絶縁塗料として、特定の無機化合物粒子を含有することから、耐コロナ性に優れて長寿命な絶縁層を形成できるものが提供される。

【0033】請求項2の発明によれば、上記の絶縁塗料として、無機化合物粒子が特定の粒度を有することから、特に外観に優れた絶縁層を形成できるものが提供される。

【0034】請求項3の発明によれば、上記の絶縁塗料として、無機化合物粒子の含有量が特定範囲にあることから、充分な耐コロナ性と良好な可撓性及び外観を有する絶縁層を形成できるものが提供される。

【0035】請求項4の発明によれば、上記の絶縁塗料として、特定の樹脂成分を含むことから、特に耐熱性に



優れた絶縁層を形成できるものが提供される。

【0036】請求項5の発明によれば、絶縁電線として、上記の無機化合物粒子を含む絶縁層を有することから、耐コロナ性に優れて長寿命なものが提供される。

【0037】請求項6の発明によれば、複数の絶縁層からなる絶縁皮膜を有する上記の絶縁電線として、上記の無機化合物粒子を含む絶縁層と該粒子を含まない絶縁層とを有することから、優れた耐コロナ性と共に電線の用途目的に応じた特性を具備するものが提供される。

【0038】請求項7の発明によれば、特に絶縁皮膜が3層以上の多層構造である上記の絶縁電線として、該絶縁皮膜の中間層が上記の無機化合物粒子を含む絶縁層よりなることから、優れた耐コロナ性を発揮すると共に、絶縁皮膜の可撓性及び外観の良好なものが提供される。

【0039】請求項8の発明によれば、高圧モーターや高圧トランスを始めとする種々の電気機器として、上記の絶縁電線を用いていることから、耐コロナ性に優れて長寿命なものが提供される。